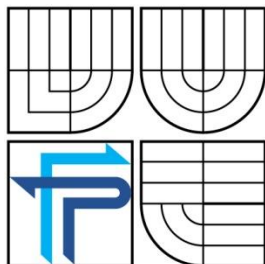


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY (UI)

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

EVIDENCE MAJETKU PROSTŘEDNICTVÍM RFID

PROPERTY RECORD BASED ON RFID TECHNOLOGY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAKUB ČERNÝ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ KŘÍŽ, PH.D.

BRNO 2007

LICENČNÍ SMLOUVA

POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Jakub Černý
Bytem: Družstevní 728, 394 70 Kamenice nad Lipou
Narozen/a (datum a místo): 4. Ledna 1984, Pelhřimov
(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta podnikatelská
se sídlem Kolejní 2906/4, 612 00, Brno
jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:
Ing. Jiří Kříž, Ph.D., ředitel Ústavu informatiky
(dále jen „nabyvatel“)

Čl. 1

Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):
- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☒ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Evidence majetku prostřednictvím RFID
Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ústav: Informatiky
Datum obhajoby VŠKP: červen 2007

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v*:

- | | | |
|--|---|-------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> tištěné formě | – | počet exemplářů 1 |
| <input checked="" type="checkbox"/> elektronické formě | – | počet exemplářů 1 |

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☒ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne:

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá studiem moderní technologie čipů RFID a její aplikací na Fakultě podnikatelské v Brně. Hlavním cílem práce je využití této technologie k evidenci majetku jako náhrada za čárové kódy, která povede ke zvýšení rychlosti, efektivnosti a ochraně proti krádežím.

Abstract

This bachelor work focuses on the study of the modern technology of RFID tags and its application at Faculty of Business and Management in Brno. The main subject of this work is to use this technology as a replacement of barcode technology with the intention of raising processing speed, effectiveness and protection against stealing.

Klíčová slova

rádio
frekvence
identifikace
čip
chytrá etiketa
čárový kód
evidence
majetek
inventura

Key words

radio
frequency
identification
tag
smart label
barcode
record
property
inventorying

Bibliografická citace

ČERNÝ, J. *Evidence majetku prostřednictvím RFID*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2007. 41 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kříž, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 20. 5. 2007

.....
podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval Ing. Jiřímu Křížovi, Ph.D. za odborné vedení a poskytnutí mnoha užitečných rad a poznatků, bez kterých by tato bakalářská práce jen těžce vznikala.

Obsah

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	11
2.1	Úvod do problematiky RFID	11
2.2	Rozdíly oproti čárovým kódům	11
2.3	Výhody RFID.....	11
2.4	Jak funguje přenos dat?	12
2.4.1	Low frequency (LF).....	14
2.4.2	High frequency (HF).....	14
2.4.3	Ultra high frequency (UHF)	14
2.4.4	Microwave frequency (MF).....	15
2.5	RFID systém.....	16
2.6	Typy TAGů	17
2.6.1	Active tag.....	18
2.6.2	Passive tag.....	18
2.6.3	Semi-active (semi-passive) tag	19
2.7	Kód EPC.....	19
3	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	21
3.1	Základní informace o navrhovaném řešení	21
3.2	I. Část projektu - Implementace RFID na evidenci majetku.....	22
3.2.1	Požadavky na štítky RFID s čárovým kódem.....	22
3.2.2	Požadavky na hardware	25
3.2.3	Hardware při použití HF	26
3.2.4	Hardware při použití UHF	28
3.2.5	Software	30
3.2.6	Odhadované náklady.....	31
3.3	II. Část projektu - sledování pohybu evidovaného majetku v areálu.....	33
3.3.1	Ochrana proti krádežím majetku.....	33
3.3.2	Sledování pohybu majetku v prostorách školy	36
4	PŘÍNOS NÁVRHU ŘEŠENÍ.....	37
5	ZÁVĚR	38
6	LITERATURA	39
6.1	Externí literatura.....	39
6.2	Interní literatura VUT v Brně.....	40

SEZNAM OBRÁZKŮ	41
SEZNAM TABULEK.....	41
SEZNAM SCHÉMAT	41

1 Úvod

V bakalářské práci se budu zabývat teorií a aplikací technologie RFID na evidenci majetku jako nahrazení dosavadní evidence pomocí čárových kódů.

RFID (Radio Frequency Identification) je moderní technologie založená na identifikaci objektů pomocí radiofrekvenčních vln. Tento systém lze aplikovat v mnoha odvětvích, kde je kladen důraz na co nejrychlejší a přesné zpracování informací a okamžitý přenos těchto dat k následnému zpracování. Informace jsou ukládány elektronicky do malých čipů (tzv. tagů) a pomocí radiofrekvenčních vln se dají opakovaně načítat či přepisovat. Tyto operace neprobíhají po jednotlivých objektech, nýbrž hromadně. Najednou lze načíst velké množství čipů a následně pracovat s jejich daty. Hlavním přínosem této technologie je zvýšení přesnosti, rychlosti a efektivnosti obchodních, skladových a logistických procesů.

V bakalářské práci se zaměřuji na problematiku použití této technologie a vytvořím teoretický funkční model, který by se dal aplikovat na evidenci majetku na Fakultě podnikatelské VUT v Brně. Tento model by měl napomoci rychlejší inventarizaci majetku, mohlo by se předcházet krádežím a sledovat pohyb jednotlivých objektů v prostorách školy pro snadnější a rychlejší nalezení těchto objektů. Bakalářská práce by měla být základním zdrojem informací, jak postupovat při realizaci tohoto systému.

2 Teoretická východiska práce

2.1 Úvod do problematiky RFID

V této kapitole se budu zabývat celkovou problematikou RFID. Jak tato technologie funguje, jaké jsou druhy čipů a snímačů, jak jsou data na čipech zakódována, apod.

Radio Frekvenční Identifikace nebo-li RFID je technologie automatické identifikace, kde jsou data v digitální podobě ukládána do tzv. RFID tagů (čipů), z kterých se následně mohou načítat a znovu přepisovat jednoduchým principem za použití radiových vln. RFID tag, co by nositel informace, může být ve formě etikety (Smart label) nebo v zapouzdřené podobě různých tvarů, velikostí a materiálů. K čtení a zapisování dat do RFID tagu slouží RFID čtečka, která může mít různou podobu (mobilní terminál, stacionární brána, OEM modul, ruční čtečka apod.).

2.2 Rozdíly oproti čárovým kódům

Jeden z hlavních rozdílů oproti čárovým kódům je možnost dále aktualizovat a doplňovat informace dříve zapsané v RFID tagu (při použití read/write RFID tagů). Tato technologie má i další výhody, například není nutná přímá viditelnost při čtení ani při zapisování. Zajímavá je i možnost snímání více RFID tagů v jednom okamžiku. Další výhodou je větší odolnost vůči teplotě, vlhkosti a vlivům okolního prostředí obecně. Na rozdíl od běžných čárových kódů umožňuje RFID i uchování všech dat (například o zboží) přímo v RFID tagu.

2.3 Výhody RFID

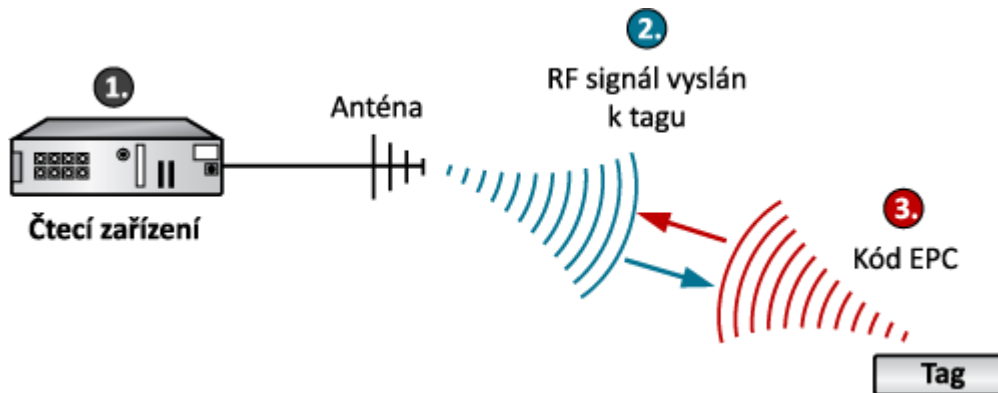
Mezi hlavní výhody použití technologie RFID patří:

- není nutná přímá viditelnost pro čtení a zapisování do RFID tagů
- snížení chybovosti
- zlepšené řízení toku zboží
- vyšší stupeň automatizace

- digitální získávání informací
- rychlost pořízení informace
- mobilita
- možnost mnohačetného čtení
- odolnost a variabilita media

2.4 Jak funguje přenos dat?

Radio frequency identification (RFID) je obecný název pro technologie, které využívají rádiových vln k automatické identifikaci osob a objektů. Existuje několik metod identifikace. Nejběžnější metodou je zaznamenání čísla EPC (viz. kapitola 2.7), které identifikuje osobu, nebo objekt a případně další informace, na mikročip, který je připojený k anténě (čip a anténa jsou společně označovány jako RFID transpoder, nebo RFID tag). Anténa slouží k vysílání identifikačních informací z čipu ke čtecímu zařízení (čtečce). Čtečka převede rádiové vlny z RFID tagu do digitální informace, která může být dále využita a zpracována na počítači.

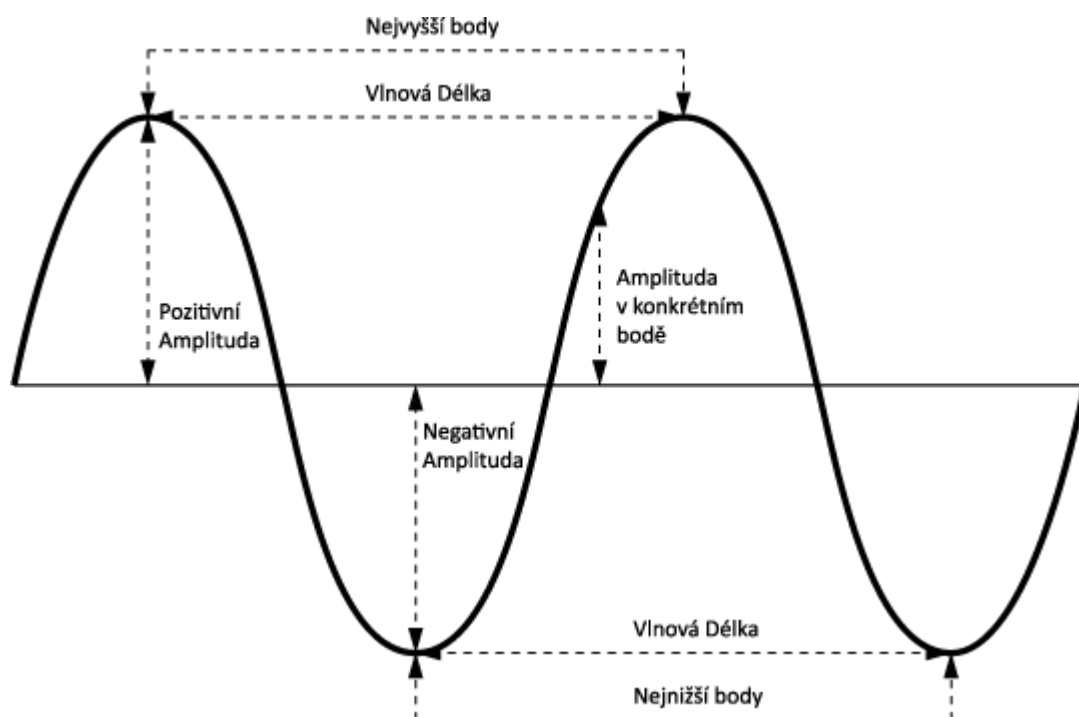


Obrázek 1 – Základní princip RFID systémů

„Rádiové vlny, resp. elektromagnetické vlny jsou tvořeny pohybujícími elektrony a skládají se z oscilujících elektrických a magnetických polí. Tyto vlny mohou projít různými druhy materiálů. Záleží na jejich vlnové frekvenci (viz. obrázek č. 2).

Vzdálenost mezi dvěma nejvyššími, nebo nejnižšími body se nazývá vlnová délka (wavelength). Pokud dojde ke kompletní oscilaci vlnové délky jedné vlny, nazýváme to

cyklus (cycle). Času potřebnému k dokončení jednoho cyklu se říká perioda oscilace (period of oscillation). Počet cyklů za jednu sekundu tak udává frekvenci vlny (frequency of a wave), která se vyjadřuje v jednotkách hertzů – Hz. Když máme frekvenci vlny 1 Hz, znamená to, že vlna osciluje rychlostí jednoho cyklu za sekundu.



Obrázek 2 – Vyobrazení elektromagnetické vlny

Rádio frekvenční (RF) vlny jsou elektromagnetické vlny s délkou vlny mezi 1 mm a 1000 km (tj. rozpětí mezi 30 Hz a 300 GHz). RFID využívá především rádiových vln o frekvenci mezi 30 KHz a 5.8 GHz.”[2]

Třídy frekvenčních typů RFID zahrnují následující:

- Low frequency (LF)
- High frequency (HF)
- Ultra high frequency (UHF)
- Microwave frequency

2.4.1 Low frequency (LF)

„Frekvence mezi hodnotami 30 KHz a 300 KHz jsou považovány za nízkou a RFID systémy obvykle používají rozpětí od 125 KHz do 134 KHz. Typický RFID systém pracuje na 125 KHz, nebo 134.2 KHz.“[2] Systém, který pracuje na této nízké frekvenci používá především pasivních tagů (viz. kapitola 2.6.2), protože mají nižší přenosovou rychlost z tagu ke čtečce a jsou speciálně dobré, pokud operují v prostředí obsahující např. kov, tekutiny, prach, sníh, nebo mlhu (to jsou velmi důležité charakteristiky LF systémů). K dostání jsou i aktivní LF tagy (viz. kapitola 2.6.1). Systémy LF tagů jsou nejrozšířenější, díky velkému množství využitelnosti. Frekvenční rozsah LF je přijímán celosvětově.

2.4.2 High frequency (HF)

„HF má rozsah od 3 MHz do 30 MHz a typický HF RFID systém pracuje na 13.56 MHz.“[2] Tento systém využívá opět především pasivních tagů. Má nižší přenosovou rychlost a nabízí slušný výkon v přítomnosti kovu a tekutin. HF systémy mají široké využití, především v nemocnicích (kde nedochází ke kolizi frekvenčních vln s nemocničním zařízením). Frekvenční rozsah HF je přijímán celosvětově.

Následujícím typem frekvence je VHF (very high frequency), která leží mezi 30 a 300 MHz. Naneštěstí žádný z RFID systémů tohoto frekvenčního rozsahu nevyužívá, proto se o tomto typu již nebudeme dále zmiňovat.

2.4.3 Ultra high frequency (UHF)

„UHF má rozsah od 300 MHz do 1 GHz. Typický pasivní UHF RFID systém pracuje na frekvenci 868 MHz v Evropě a 915 MHz v USA. Typický aktivní UHF RFID systém běží na 315 a 433 MHz.“[2] UHF systém může tedy využít jak aktivních, tak pasivních tagů, má velkou přenosovou rychlost, ale špatný výkon v přítomnosti kovu a tekutin (toto neplatí v případě použití aktivních tagů na frekvencích 315 a 433 MHz). UHF RFID systémy se začínají poslední dobou více rozšiřovat. Hlavním důvodem bylo vydání příkazů několika velkých soukromých a veřejných společností. V USA především od

maloobchodníků, Ministerstva obrany apod. Frekvenční rozsah UHF není přijímán celosvětově.

2.4.4 Microwave frequency (MF)

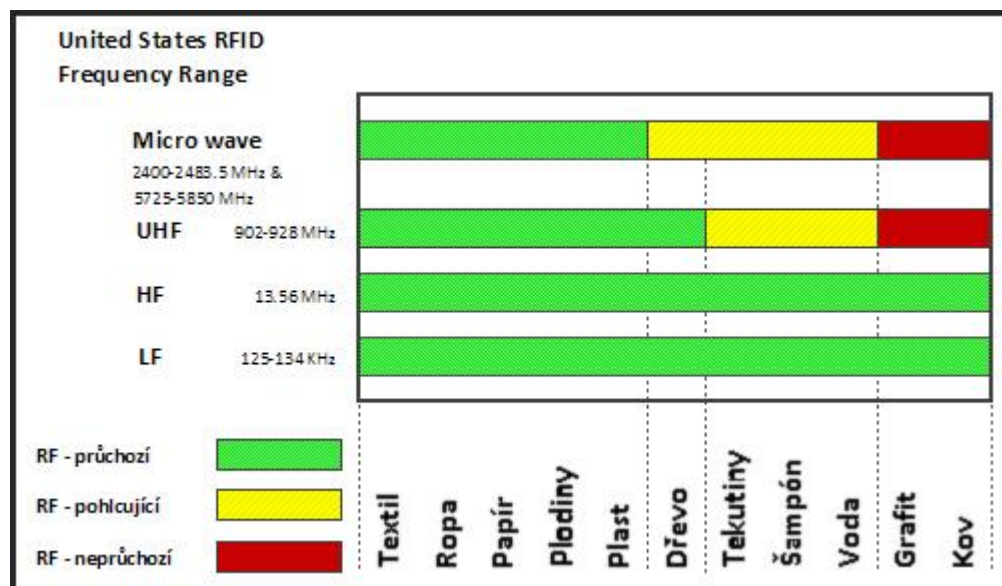
„Rozsah MF vzrůstá od hodnoty 1 GHz. Typický mikrovlnný RFID systém pracuje buď na 2.45 GHz, nebo na 5.8 GHz.“[2] Ačkoliv použití aktivních a pasivních tagů je nejběžnější, dají se zde aplikovat také semi-aktivní či semi-pasivní tagy (viz. kapitola 2.6.3). MF má největší přenosovou rychlost, ale velmi špatný výkon v přítomnosti kovu a tekutin, protože délka antény je nepřímo úměrná frekvenčnímu rozsahu.

Frekvence s rozsahem 2.4 GHz se nazývá jako Průmyslové, Vědecké, Medicínské (ISM) pásmo a je přijímáno celosvětově.

Mezinárodní omezení ukazují, které RFID frekvence se mohou používat. Z tohoto důvodu některé z frekvencí popsanych výše nemusejí být platné celosvětově. *Tabulka č. 1* nám ukazuje konkrétní použití frekvencí po celém světě a *obrázek č. 3* interakci jednotlivých typů frekvencí s různými objekty.

Region	LF	HF	UHF	Microwave
USA	125–134 KHz	13.56 MHz, 10 W ERP (effective radiated power)	902-928 MHz, 1 W ERP nebo 4 W ERP se směrovou anténou s alespoň 50 kanály.	2400–2483.5 MHz, 4 W, ERP 5725–5850 MHz, 4 W ERP
Evropa	125–134 KHz	13.56 MHz	865–865.5 MHz, 0.1 W ERP, Listen Before Talk (LBT). 865.6–867.6 MHz, 2 W ERP, LBT. 867.6–868 MHz, 0.5 W ERP, LBT.	2.45 GHz
Japonsko	125–134 KHz	13.56 MHz	Není povoleno. MPHPT (Ministry of Public Management, Home Affairs, Posts and Telecommunications) otevřelo 950–956 MHz pásmo pro testování.	2.45 GHz
Singapur	125–134 KHz	13.56 MHz	923–925 MHz. 2 W ERP.	2.45 GHz
Čína	125–134 KHz	13.56 MHz	Není povoleno. Budoucí možnosti: 840–843 MHz a/nebo 917-925 MHz. SAC (Standardization Administration of China) je pověřeno formulovat směrnice pro RFID.	2446–2454 MHz, 0.5 W ERP

Tabulka 1 – Mezinárodní regulace frekvencí RFID



Obrázek 3 – Interakce jednotlivých RF se vzorovými materiály

2.5 RFID systém

RFID systém je integrovaný výběr komponentů, které implementuje řešení technologie RFID a skládá se z následujících komponentů (v jednotné formě) z pohledu end-to-end:

- **Tag (čip)** – Toto je nezbytná komponenta jakéhokoliv RFID systému.
- **Reader (čtečka)** – Také nezbytná komponenta.
- **Reader antenna (anténa čtečky)** – Další nezbytná komponenta. Některé dnešní čtečky mají již vestavěné antény.
- **Controller** – Nezbytná komponenta, avšak většina čteček nové generace má vestavěný controller.
- **Sensor, acuator, and annunciator (senzor, regulátor a oznamovač)** – Tyto volitelné komponenty jsou zapotřebí pro externí vstup a výstup systému.
- **Host and software system** – Teoreticky, může RFID systém fungovat nezávisle bez těchto komponent, ale prakticky by takový systém byl bezcenný.

- **Communication infrastructure** – Tato nezbytná komponenta je kolekcí jak drátové, tak bezdrátové sítě a sériového propojení potřebného k připojení předchozích komponentů dohromady.

2.6 Typy TAGů

Tagy můžeme rozdělit do třech oblastí podle jejich vlastností na active tag, passive tag a semi-active (semi-passive) tag. Tyto tagy mají různé tvary a velikosti, podle toho k čemu jsou určeny. Můžou to být tzv. Smartlabels, které se dají tisknout pomocí speciální tiskárny, tagy napájené vlastní baterií, tagy ve tvaru kreditních karet, případně malé tobolky jako implantáty pro zvěř a lidi, viz. obrázek níže.



Obrázek 4 – Příklady různých tagů od společnosti Texas Instruments technology

2.6.1 Active tag

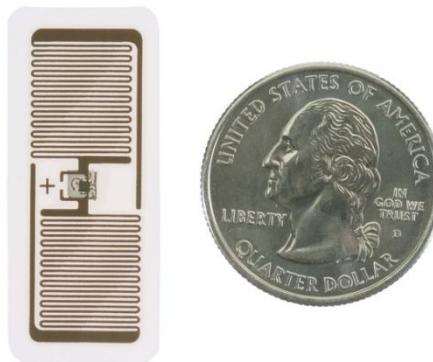
Aktivní čipy vysílají samy své údaje do okolí (TTF tag talks first), toto umožňuje vlastní miniaturní baterie umístěna v čipu, která vydrží cca 1-5 let. Tyto čipy však kvůli baterii mají menší odolnosti na teplotu a je nutné provádět výměnu baterie (nejvíce se využívají pro sledování osob, vozového a technologického parku, sledování zvířat a tam, kde lze čip opětovně použít). Aktivní čipy mají vzdálenost čtení až 100m, ale vyžadují poměrně vysoké náklady na pořízení, velikost paměti na čipu může dosahovat až 100Kb.



Obrázek 5 – Příklad aktivního tagu

2.6.2 Passive tag

Pasivní čipy jsou cenově výrazně levnější, mají různou vzdálenost čtení od 0,5m do 10m, dlouhou životnost čipu a používají metodu (RTF reader talk first). Tagy, které pracují na nejvyšší frekvenci UHF mají rádius - cca 3 až 10m, ty s frekvencí nejnižší LF 125kHz mají dosah jen cca 0,5m. Pasivní tagy oproti aktivním nemají baterii a jsou aktivovány právě v okamžiku přítomnosti radiofrekvenčních vln. V současné době jsou nejvíce rozšířeny právě pasivní čipy a to zejména kvůli své nízké ceně, nenáročnosti na obsluhu a odolnosti, velikost paměti 64 - 256 bitů.



Obrázek 6 – Porovnání velikosti pasivního tagu s americkým čtvrt dolarem

2.6.3 Semi-active (semi-passive) tag

Semi-aktivní čipy jsou zvláštním hybridem mezi aktivním a pasivním čipem. Jde víceméně o pasivní čip s baterií. Výhodou je rychlejší odezva než u pasivních čipů, protože čipy s baterií pracují rychleji, než ty aktivované pouze radiofrekvenčními vlnami. Další výhodou baterií poháněných čipů je přítomnost látek, které mohou pomoci pasivním čipům vyvarovat se přenosu chybných dat.

Třída	Popis
Class 0	pouze pro čtení, programováno ve výrobě, 64 nebo 96bit, čtení 1000 tagů/sec
Class 1	zápis jednou/zápis mnohokrát, programováno při použití, 64 nebo 96bit, čtení 200 tagů/sec
Class 0+	čtení/zápis, programováno kdykoliv, 256bit, čtení 1000 tagů/sec
Gen 2	čtení/zápis, programováno kdykoliv, 256 bit, čtení 1600 tagů/sec

Tabulka 2 – Rozdělení tagů do jednotlivých tříd

2.7 Kód EPC

„EPC (Electronic Produkt Code) je jednoduchý kompaktní kód, který jednoznačně identifikuje daný tag (resp. objekt, výrobek, paletu, apod.). EPC je postaven na myšlence jednoduché hierarchie, která může být použita k vyjádření široké škály rozdílných existujících číselných systému, jako je např. EAN.UCC, UID, VIN a ostatní.“[1]

Jako většina dnešních číselných schémat používaných v obchodování, také EPC je rozděleno na čísla, která identifikují výrobce a druh produktu. Ale na rozdíl od ostatních, EPC obsahuje navíc sadu číslic, sériové číslo, k identifikaci jednoznačných předmětů. EPC je klíčem k získání informací o produktu, který existuje v celosvětové EPC síti (EPCglobal Network).

Kód EPC obsahuje:

1. Hlavičku, s velikostí kódu, typem, strukturou, verzí EPC

2. Informace o firmě
3. Třidu výrobků
4. Sériové číslo produktu

V současné době se používají EPC o velikosti 64 a 96 bitů. Jejich struktura se může lišit výrobcem, ale v zásadě jde o podobné rozdělení bitů do jednotlivých kategorií, jak můžeme vidět níže na příkladu struktury EPC kódu s 96 bity (viz. schéma č. 1).

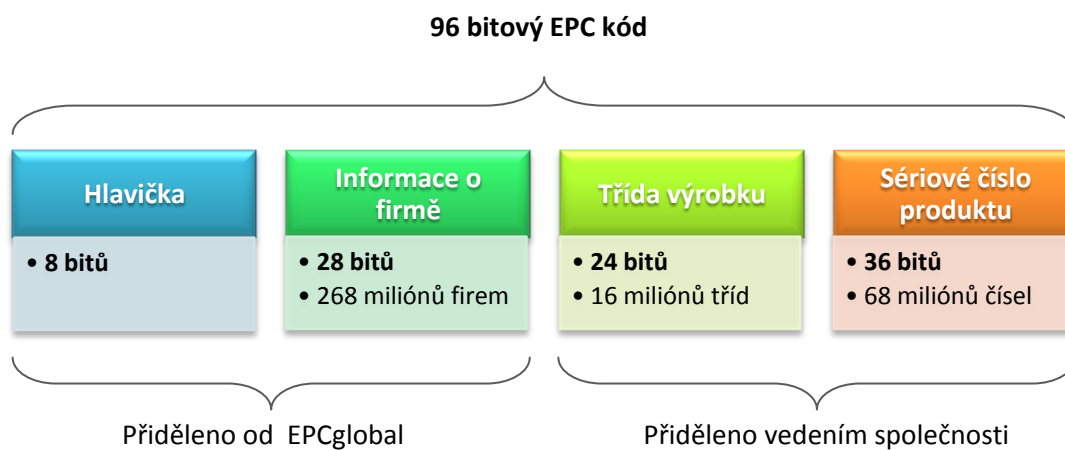


Schéma 1 – Struktura 96 bitového EPC kódu

3 Vlastní návrhy řešení

3.1 Základní informace o navrhovaném řešení

Již v úvodu bylo řečeno, že hlavními cíli je zvýšení rychlosti a efektivnosti procesu inventarizace, ale také ochrana proti krádežím a sledování majetku v prostorách areálu. Z tohoto důvodu je dobré projekt implementace RFID rozdělit alespoň na dvě samostatné části, protože i když se jedná o stejnou technologii, samotná realizace spolu už tak blízce nesouvisí.

První a základní část projektu (*viz. kapitola 3.2.*) je tedy myšlena jako samostatná implementace RFID, resp. upgrade čárových kódů pro označování, evidenci a inventarizaci majetku. Implementace této části projektu se jeví jako relativně nenáročná (případně ucházející) jak na finanční, tak technické prostředky a měla by být teoreticky snadno realizovatelná.

Druhá část projektu (*viz. kapitola 3.3.*) se zabývá ochranou evidovaného majetku proti krádežím a sledováním jeho pohybu v areálu fakulty. Tato část projektu již může být finančně náročnější a hůře proveditelná.

Podrobné řešení obou částí projektu si probereme v následujících kapitolách.

3.2 I. Část projektu - Implementace RFID na evidenci majetku

Implementace systému RFID k evidenci majetku vychází z evidence prostřednictvím čárových kódů. K úspěšnému nasazení této technologie je zapotřebí respektovat způsob zavádění čárových kódů.

Pro úspěšný přechod na RFID je zapotřebí provést následující činnosti:

1. Studie technologie RFID a stanovení požadovaných parametrů čipů
2. Výběr a nákup vhodného hardware
3. Aktualizace stávajícího software vybavení, případně nákup nového
4. Zajištění kompatibility mezi hardware a software vybavením
5. Zajištění správné komunikace mezi SW SAP, ProBáze a čtečkou RFID
6. Školení uživatelů na:
 - a. tisk štítků s čárovými kódy a RFID čipy
 - b. práci se snímači
 - c. lepení štítků podle metodiky
7. Provedení prvotní inventury (nahrazení stávajících štítků s čárovými kódy, za štítky obsahující navíc RFID čip)

3.2.1 Požadavky na štítky RFID s čárovým kódem

Požadavky na RFID štítky stanovilo Centrum výpočetních a informačních služeb Vysokého učení technického v Brně (CVIS) a doporučuje následující technologické parametry a postupy při označování majetku těmito štítky.

Požadované parametry papírových RFID štítků podle CVIS:

- „*Rádiové frekvenční pásmo: **UHF** (pro Evropu 868MHz)*
- *Typ RFID čipu: **Gen2 standard EPCGlobal***
- *Preferovány štítky s možností uživatelského zápisu: **Class0+** nebo **Class1***
- *Implementace s čtecí vzdáleností málo závisající na orientaci štítku vůči čtecímu zařízení“[9]*

Činnosti, které je nutné vykonat při označení:

- „Tisk štítků čárového kódu na papírové štítky s RFID čipy, podle požadavků VUT
- Předání CVIS podrobného kusového seznamu předávaného nábytku v elektronické podobě s uvedením čísla čárového kódu a EPC čísla RFID čipu, kterým je každý kus označen
- Označení (polepení) všech kusů majetku těmito štítky
- Umožnění převzetí majetku s RFID čtečkou pro kontrolu předávaného majetku a kontrolu jeho označení“[9]

Zvolení frekvenčního pásma je zásadním rozhodnutím, protože se od něho odvíjí, jaký HW a tagy se budou muset pořídit a to se promítne do celkových nákladů.

V současné době není jednoznačně určeno, který výběr pásma je na implementaci evidence majetku pomocí RFID výhodnější. Tento problém v dnešní době řeší většina firem, které uvažují o zavádění této technologie. Obě pásma mají své výhody i nevýhody (viz. tabulka č. 4), které je potřeba brát v úvahu a porovnat je se základními požadavky organizace tak, aby bylo navržené řešení účinné a finančně nenáročné. Obecně lze říci, že aplikace pásma UHF se jeví v této době jako nákladnější než aplikace HF. Je to dáno především tím, že implementace a vývoj této technologie pro pásmo UHF začalo později než pro pásmo HF, proto v dnešní době je na evropském trhu k sehnání více HW pro HF a UHF zatím pokulhává. Konkrétně nabídka RFID tiskáren je u obou pásem na slušné úrovni, stejně jako samotné tagy. Horší je to s nabídkou čtecích zařízení a mobilních terminálů. Podle dostupných informací výrobců, by se měla tato situace zlepšit do konce roku, kdy se plánuje uvedení nových produktů na trh.

V předchozím textu jsme podívali na obě frekvenční pásma z hlediska nákladů a dostupnosti. Nyní se podíváme, jak se od sebe HF a UHF liší z hlediska technického. HF je sice o něco pomalejší při komunikaci tagu a čtečky, ale to při inventarizaci není tolik znát (rozdíl by byl znát především ve výrobních podnicích s velkým množstvím produktů). Naopak výhodou je větší kvalita komunikace, kde nedochází k tak velkému zkreslení signálu v přítomnosti tekutin a kovů (viz. kapitola 2.4., obrázek č. 3). Musí se ovšem dbát

na správné polepení předmětů, protože pokud připevníme jak UHF, či HF tag přímo na kovový povrch, odstíníme anténu a tag bude nečitelný. Toto se dá řešit např. plastovou podložkou a existují i speciální druhy tagů, které již spodní ochrannou vrstvu obsahují.

Dosah čtení s mobilními čtečkami při použití tagů typu UHF EPC Gen2 jsou zhruba 2 metry (u stacionárních bran až 8m), u HF zhruba kolem 30 cm (v obou případech u speciálních RFID tagů na kov je dosah nižší). S dosahem čtení je to ovšem trochu složitější, než jak to na první pohled vypadá. Obecně udávaná vzdálenost 2 metry u UHF a 30 cm u HF totiž není úplně přesná. Dosah čtení závisí na velikosti antény tagu, resp. velikosti samotného tagu. Pokud chceme dosah 2 metry, museli bychom použít tag o velikosti alespoň 20cm x 20cm, tím se ale eliminuje možnost použití u některých druhů majetku. Po poradě s odborníky jsem zjistil, že když budeme chtít použít štítky ve stejné velikosti (**50mm x 20mm**), jako jsou nyní používané čárové kódy (viz. *obrázek č. 7*), bude dosah čtení u HF pouze cca **20 cm** a u UHF cca **30 cm**. Proto je důležité rozhodnout, zda bude velikost štítků zachována, nebo se zvolí varianta jiná. Vzhledem k tomu, že je na trhu velké množství různých typů tagů od různých výrobců, dají se najít slušné alternativy. Např. lepší variantou by mohl být tag Squiggle od firmy Alien Technology s velikostí štítku **97mm x 11mm**, jehož dosah čtení je cca **1 metr**.



Obrázek 7 – Současně používaná etiketa čárových kódů

Alien Technology GEN2 Squiggle®	
Typ	EPC Class 1, Gen2 UHF World tag – pracuje v globálním pásmu v rozmezí 860-960MHz
Popis	Nabízí výborný poměr ve srovnání ceny a výkonu
Paměť	96 bitů
Rozměry	97mm x 11mm
Dosah	cca 1 metr při snímání mobilním terminálem
Tepelná výdrž	od -25 ⁰ C do 65 ⁰ C

Tabulka 3 – Technické specifikace tagu Squiggle



Obrázek 8 – Tag Squiggle od firmy Alien Technology

Rozdíly použití pásma HF a UHF můžeme shrnout do následující tabulky.

Pásmo HF (13.56 MHz)	Pásmo UHF (868-869 MHz)
Větší nabídka produktů na trhu	Menší nabídka produktů na trhu
Nižší pořizovací náklady HW	Vyšší pořizovací náklady HW
Lepší čtení v přítomnosti kovů a tekutin	Mírně horší čtení v přítomnosti kovů a tekutin
Pomalejší čtení tagů	Rychlejší čtení tagů
Dosah čtení s mobilními čtečkami – cca 30 cm	Dosah čtení s mobilními čtečkami – cca 2 m při použití tagů EPC GEN2
Možnost interference s mobilními telefony	Nedochází k interferenci s mobilními telefony
Cena tagů v daném množství v rozmezí 10-30 Kč	Cena tagů v daném množství v řádu jednotek korun

Tabulka 4 – Výhody a nevýhody frekvenčních pásem HF a UHF

3.2.2 Požadavky na hardware

Pro realizaci je nutno zakoupení určitého hardware splňující podmínky požadavků na RFID čipy. I když technologie RFID není žádnou novinkou, k jejímu zavádění dochází až poslední dobou a v následujících letech bude ještě mnohem více aktuální. Proto se můžeme setkat s velkým množstvím výrobců (Alien technology, Texas Instruments, Symbol, Datamax, atd.), integrátorů (v ČR především a HP, IBM a mnoho menších firem) a dodavatelů (v ČR např. Barco s.r.o., KODYS s.r.o., apod.) těchto technologií, jako s velkým množstvím samotného hardware.

Při hledání optimálního hardware jde především o snahu vybrat pokud možno takový, jehož cena bude co nejnižší a přínosy z využití co nejvyšší, protože nemá cenu investovat do něčeho, co nevyužijeme. Dále bychom měli brát v úvahu kompatibilitu nového hardware s již používaným hardware a software, aby nevznikly další zbytečné náklady.

Potřebný hardware pro evidenci majetku prostřednictvím RFID:

- Tiskárna čárových kódů s RF čtecím zařízením
- Mobilní terminál pro čtení čárových kódů a tagů
- Štítky s RFID čipy pro tisk
- Příslušenství

V následujících dvou kapitolách uvidíme, jaký HW by se dal pro obě frekvenční pásma použít. Tyto informace jsem diskutoval s předními českými dodavateli těchto technologií a proto je výběr na současnou dobu tím neoptimálnějším řešením.

3.2.3 Hardware při použití HF

Nejideálnějším výběrem tiskárny pásma HF je novější model již používané tiskárny na čárové kódy doplněný o čtečku RFID - **Zebra R2844-Z**, která umožňuje zápis dat při tisku přímo na daný RFID tag a mobilní čtecí terminál **Unitech PA962**.

Tiskárna etiket Zebra R2844-Z

RFID tiskárna Zebra R2844-Z umožňuje číst, kódovat a potiskovat HF Smart labely. Smart label je RFID tag doplněný o vrchní vrstvu pro termo nebo termotransfer potisk. RFID tiskárna R2844-Z po zakódování RFID tag zkontroluje a v případě vadného zakódování Smart label přetiskne nápisem Void a tím zamezí možnost aplikace špatného Smart labelu.



Obrázek 9 – Tiskárna Zebra R2844-Z

Vlastnosti tiskárny:

- stolní RFID tiskárna spojující kódování RFID tagů a jejich potisk
- podporované typy čipů: ISO 15693, Texas Instruments Tag-It™, Philips I•Code™, Inside Technologies PicoTag®
- ověření správnosti zápisu tagu
- jednoduchá obsluha a zavádění materiálu
- nízká cena
- tisk termo a termotransfer
- 32 bitový RISC procesor
- průsvitový i odrazový senzor

Mobilní čtecí terminál Unitech PA962

Unitech PA962 je průmyslový PDA terminál s barevným dotykovým displejem a alfanumerickou klávesnicí. Jeho robustní a zároveň ergonomický design s krytím IP-54 je navržen tak, aby terminál vydržel několikanásobný pád z výšky 1,2m na betonový povrch. Li-ion baterie zaručují dlouhý provoz a PCMCIA - & CF slot zajišťuje podporu pro modemové karty, síťové karty, RAM disky, GSM modemové karty a nebo 2,4 GHz RF karty pro bezdrátový přenos dat. Čtečka RFID v základní verzi není, proto se musí při objednávce doplnit. Terminál lze volitelně dodat s rukojetí se zabudovanou spouští snímače čárových kódů.



Obrázek 10 – Terminál
Unitech PA962

Vlastnosti terminálu:

- Operační systém Microsoft WinCE.NET 4.2 Professional Plus
- CPU Intel 400 MHz 32 bit PXA255
- Vysoce kontrastní barevný TFT dotykový displej 240x320 pixelů
- RFID čtečka pracující na 13.56 MHz (pásmo HF)
- Plně alfanumerická podsvícená klávesnice
- Uživatelsky přístupné sloty PCMCIA Type II a CF Type I/II pro WLAN, WWAN nebo paměťové karty
- Vyměnitelné Li-ion baterie 1850 mAH
- Krytí IP54 zabraňující průniku prachu a vodě
- Operační teplota -5°C až 50°C
- Odolná konstrukce, terminál vydrží pád z 1,2m na betonový povrch

3.2.4 Hardware při použití UHF

V případě výběru tiskárny podporující UHF, bude opět nejlepší volbou produkt firmy Zebra technologies – **Zebra R4M+**, která nabízí výborný výkon a je jednou z nejlevnějších svého druhu.

Mobilních terminálů čtecí tagy na UHF pásmu není k dostání mnoho, proto je výběr prozatím značně omezen. Navíc většina z nabízených terminálů nesplňuje normy EU. Například konkrétně terminály PSC Falcon 5500 a Symbol MC9000G dodávané na evropský trh pracují na frekvenčním pásmu UHF v rozmezí 902-928 MHz, které je určeno pro USA. Ovšem při použití tagů EPC GEN2 je správné čtení zajištěno, protože tagy typu GEN2 mají rozsah širší než klasické UHF tagy (868-928 MHz). Přesto bude lepší pořízení takového terminálu, který normy EU splňuje a je určen pro evropský trh. Výborným řešením zde může být mobilní terminál **Intellitag IP4** od firmy Intermec.

Tiskárna Zebra R4M+

Tiskárna Zebra R4Mplus European je schopna kódovat informace do ultratenkých UHF RFID tagů integrovaných ve formě chytré etikety (tzv. Smart label). Okamžitě po kódování se provede ověření správnosti a následně potisk etikety čárovým kódem, grafikou nebo textem. RFID tiskárna podporuje EPC Class 1 RFID standard. Díky robustní kovové konstrukci je tato RFID tiskárna vhodná pro provoz v různých prostředích - skladech, distribučních centrech a ve výrobě.



Obrázek 11 – Tiskárna Zebra R4M+

Vlastnosti tiskárny:

- Max. šířka tisku 104 mm
- Max. rychlost tisku 254 mm/s
- Rozlišení 203 DPI
- Paměť 8 MB DRAM, 2 MB flash
- Rozhraní - sériový port RS-232/422/485 a obousměrné paralelní.

Podporované typy RFID tagů:

- EPC UHF Class 1
- Alien Technology

Intermec Intellitag IP4

IP4 mobile reader je pistolový snímač, který představuje cenově výhodnou variantu snímače pro industriální mobilní počítač Intermec 700 Color Serie, který umožňuje běh zákaznické aplikace pro RFID. IP4 samozřejmě čte i zapisuje data do RFID tagů.



Obrázek 12 – Mobilní terminál Intermec IP4

Vlastnosti terminálu:

- frekvenční pásma: 869.4-869.65 MHz
- komunikační porty: RS232
- anténa: 1 integrovaná s kruhovou polarizací

Podporované typy RFID tagů:

- Intellitag G1 (Fairchild G1)
- ISO 18000-6b (Philips i-code HSL)

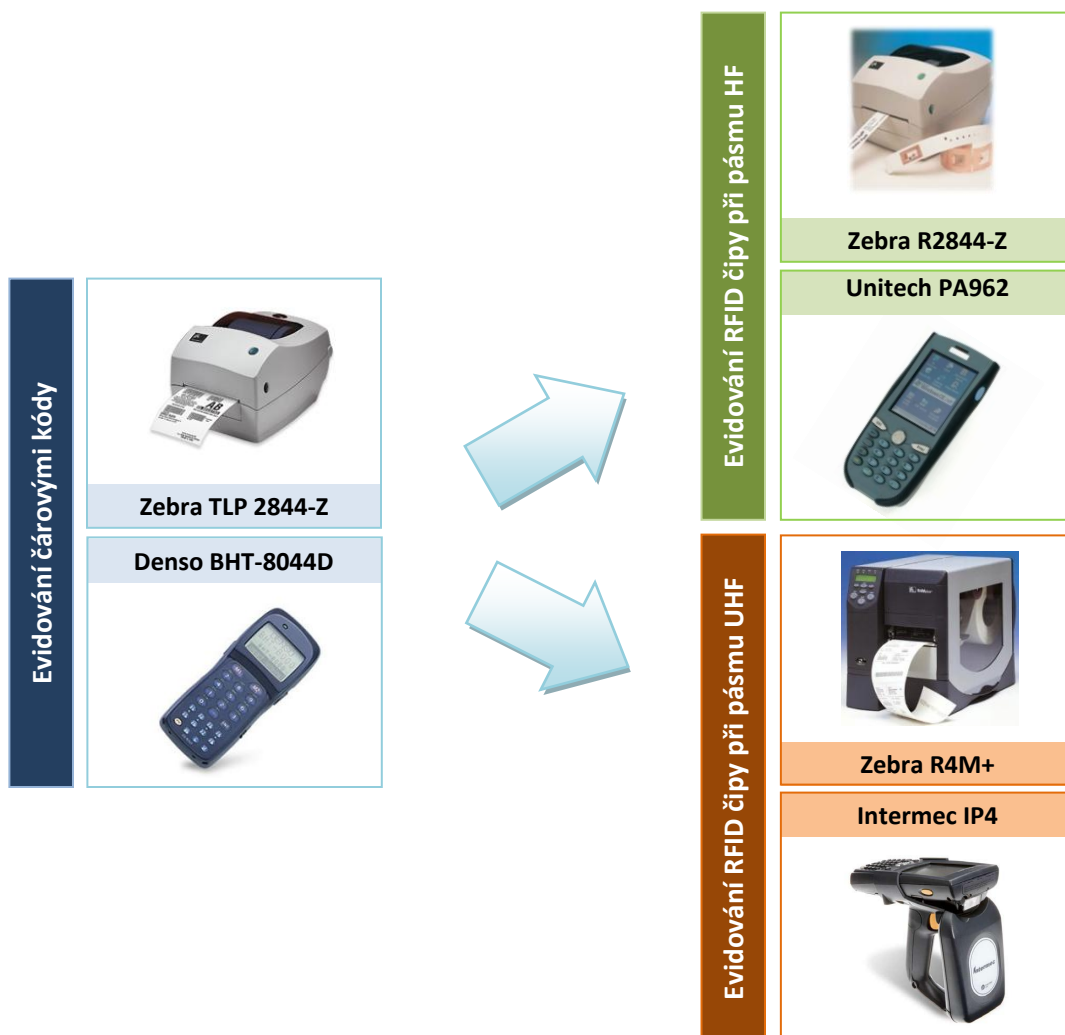


Schéma 2 – Návrh náhrady HW evidence čárových kódů technologií RFID

3.2.5 Software

Podrobná problematika propojení SW s nově pořízeným HW není předmětem této práce. V zásadě bude potřeba splnění následujících činností:

- Instalace ovladačů
- Instalace SW od výrobců (SW na návrhy štítků)
- Aktualizace SW SAP

Při aplikaci RFID terminálů dojde k jednomu zlepšení. V současné době při evidenci čárovými kódy se musí data ze SW SAP nahrát do databáze, ze které se data přenášejí do čteček čárových kódů. Většina firem vyrábějících mobilní terminály, mají certifikaci SW SAP a proto je již jejich HW s tímto SW kompatibilní. Není proto potřeba data ukládat do databáze, ale mohou být přenesena ze SAPu rovnou do terminálu.

3.2.6 Odhadované náklady

V této kapitole si vyčíslíme náklady na pořízení a realizaci projektu. Ceny vybraného HW jsou aktuální podle informací českých dodavatelů. Důležitým faktorem, který zde hraje roli, jsou ceny samotných tagů. Podle běžně dostupných informací na internetu se můžeme dočíst, že tyto ceny nejsou nijak veliké a konkrétně se udává cena jednoho tagu v rozmezí **1-3 Kč**. Autoři článků už ovšem neuvádějí, že takové ceny je možné dosáhnout pouze u tak velkých projektů, jako např. síť amerických supermarketů Walmart, kde jsou odběry několik miliónů týdně, dále jsou podepsané smlouvy na celoroční odběry a jedná se především o nepřepisovatelné tagy. V případě RFID aplikací se minimálním odběrovým množstvím myslí tisíce až desítky tisíc (v rámci jedné objednávky). Obecně ceny tagů pro pásmo UHF jsou o trochu menší, než pro pásmo HF (je to dáno především velkým zájmem o aplikaci UHF a poptávkou po těchto čipech).

V našich podmínkách se cena tagu typu EPC Gen2 pohybuje v rozmezí **10-30 Kč/ks**. Pod 10 Kč se dá dostat, ale s minimálními odběry na 200 000 ks. Na Fakultě podnikatelské je evidováno přibližně 6 500 položek majetku a v rámci celého VUT v Brně se tento počet pohybuje kolem 160 000 ks. Pokud budeme uvažovat zavádění jen na FP, bude cena tagů kvůli nízkému počtu vysoká. Konkrétně při množství **6 500 ks** by cena jednoho tagu mohla být cca **25 Kč**, tzn. náklady na tagy se můžou pohybovat kolem hodnoty **162 500 Kč**. V případě, že VUT v Brně bude se zaváděním RFID technologie počítat v rámci všech organizačních složek, bylo by výhodnější pořízení většího množství tagů pro snížení ceny za kus. Konkrétně při množství **160 000 ks** by cena mohla být cca **10 Kč**, celkové náklady na tagy pro celé VUT v Brně kolem **1 600 000 Kč**.

Náklady na HW pro variantu aplikace pásma HF vyjadřuje *tabulka č. 5* a pro variantu aplikace pásma UHF *tabulka č. 6*. Jde o ceny bez DPH a je nutné ještě připočíst náklady na pořízení RFID tagů. Dalšími výdaji jsou náklady na upgrade SW SAP, který může dosahovat výše až 20 000 Kč a náklady spojené s uvedením do provozu (školení zaměstnanců, zkušební provoz, apod.) viz *tabulka č. 7*.

Název produktu (pásma HF)	Cena (bez DPH)
Tiskárna Zebra R2844Z - 4 MB Flash (8 bodů/mm)	52.232,- Kč
Mobilní čtecí terminál Unitech PA962	25.000,- Kč
Příslušenství	1.000,- Kč
Celkem	78.232,- Kč

Tabulka 5 – Náklady na pořízení HW při aplikaci pásma HF

Název produktu (pásma UHF)	Cena (bez DPH)
R4M+ European, TM Tiskárna /Encoder pro EPC Class 1 Tags & ISO18006/b	100.919,- Kč
Intermec Intellitag IP4	31.500,- Kč
Příslušenství	1.000,- Kč
Celkem	133.419,- Kč

Tabulka 6 – Náklady na pořízení HW při aplikaci pásma UHF

Ostatní náklady (odhad)	Cena (bez DPH)
Upgrade SW SAP	20 000,- Kč
Školení	-
Zkušební provoz	-
Celkem	20 000,- Kč

Tabulka 7 – Ostatní náklady

Výpočet celkových nákladů:

a) Při aplikaci pásma HF

$$N_{HF} = \text{Náklady na } HW_{HF} + \text{náklady na tagy} + \text{ostatní náklady}$$

$$N_{HF} = 78\,232 + 162\,500 + 20\,000 = \mathbf{260\,732\,Kč}$$

b) Při aplikaci pásma UHF

$$N_{UHF} = \text{Náklady na } HW_{UHF} + \text{náklady na tagy} + \text{ostatní náklady}$$

$$N_{UHF} = 133\,419 + 162\,500 + 20\,000 = \mathbf{315\,919\,Kč}$$

3.3 II. Část projektu - sledování pohybu evidovaného majetku v areálu

Druhá část projektu má za cíl vytvoření systému, který by byl schopný automatické identifikace evidovaného majetku v prostorách školy a u vstupních bran. Po prostudování materiálů týkajících technologie RFID a návrhu toho systému jsem dospěl k závěru, že realizace není tak efektivní a přínosná, jak se na první pohled zdá. Proto si zde přiblížíme, jak by měl takový systém fungovat a jaké jsou problémy s jeho realizací. Tento systém z hlediska náročnosti můžeme rozdělit na další dvě části:

- a) Ochrana proti krádežím majetku
- b) Sledování pohybu majetku v prostorách školy

3.3.1 Ochrana proti krádežím majetku

Základem této části projektu je návrh tzv. stacionárních bran, které by umístěním u vstupních bran do fakulty měly zamezit přenosu majetku skrz tuto bránu. Pokud k tomu dojde, systém automaticky rozpozná, o jaký majetek se jedná a spustí poplach. Teoreticky lze konstatovat, že je tento systém podobný systémům EAS.

Systémy EAS známe z vlastních zkušeností a můžeme je najít ve většině obchodů, nákupních center a supermarketů v podobě bran u východu. Pokud zákazník pronese nějaký výrobek polepený speciální etiketou, systém spustí poplach. Tento systém je velmi spolehlivý a díky širokému uplatnění jsou pořizovací náklady na jeden jedno-anténní stojan ve výši od 19 tis. Kč.

Při porovnání se systémem kontroly přes RFID narazíme na zásadní problém. Pokud tag zakryjeme alobalovou fólií, nebo přes tag přelepíme tag jiný, anténu odstíníme a tag se stává nečitelným. EAS je v tomto ohledu mnohem kvalitnější a je schopný lokalizovat i objekty zakryté touto fólií. Další nevýhodou je cena RFID stacionárních bran, která je min. 3 krát větší než u EAS. Technologie RFID není stavěná na tento druh kontrol a proto zde můžeme mluvit spíše o ochraně psychologické. Ačkoliv je možné takový systém realizovat, je to zbytečně nákladné a neefektivní. Stacionární brány využívající RFID mají smysl především ve výrobě a ve skladech při výdeji a příjmu zboží. Pokud

bychom ale chtěli takový systém vytvořit, ukážeme si jak postupovat a jaký HW bude potřeba.

Realizace ochrany proti krádežím:

- Pořízení RFID čtečky a antén na vysílání
- Montáž čtečky, propojení kabelů
- Instalace SW, zajištění komunikace a synchronizace mezi čtečkou a SW

Na českém trhu je k dostání několik typů čteček podporujících EPC Class Gen2/Gen1. Např. od firmy Alien Technology ALR-8800 se 4 výstupy pro antény a Symbol XR480 (viz. níže) s 8 výstupy pro antény. Na FP jsou dvě vstupní brány – přední má dva vstupy, zadní jeden. Čtečku je dobré umístit tak, aby bylo možné antény dobře rozmístit. Pro zaručení kvalitního čtení je dobré na každý vstup umístit 4 antény, vždy 2 na jednu stranu vstupu a další dvě naproti. U přední brány FP by bylo nejlepší aplikovat čtečku Symbol XR480, protože s 8 anténami může pokrýt oba dva vstupy. U zadní brány by se dala použít levnější čtečka ALR-8800, ale z hlediska komunikace a synchronizace bude lepší použít opět XR480 se 4 anténami.

Symbol XR480

XR480 od Symbol Technologies je čtečka RFID tagů pro rozsáhlé aplikace RFID technologie. Jedná se o platformu, která průmyslovým podnikům přináší konkurenční výhodu v podobě zlepšení a zefektivnění inventurních procesů a snížení provozních nákladů. Při spolehlivém a efektivním čtení tagů pomocí antén připojených k XR480 jsou



Obrázek 13 – RFID čtečka XR480

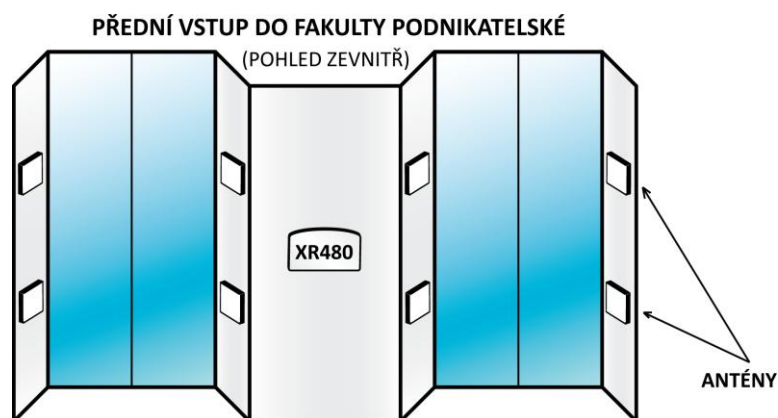
eliminovány interference, které obvykle vznikají při použití více RFID čteček umístěných blízko sebe. Jednoduchá integrace XR480 do IT infrastruktury je umožněna díky použitým průmyslovým standardům. Čtečka podporuje evropskou normu ETSI EN 302 208 (EPC Gen 2) a obsahuje operační systém Microsoft Windows CE 4.2. Čtečku je možné používat bez modifikací interního software nebo naopak vyvinout a nahrát do ní zákaznickou

aplikaci. XR480 lze rovněž připojit k dalším zařízením, jako jsou vysokozdvihy nebo pásové dopravníky. Ke čtečce lze připojit až 8 externích antén a získat tak systém s až 8 čtecími místy. XR480 může podporovat platformu Java prostřednictvím volitelné aplikace WRDI (WebSphere RFID Device Infrastructure) od IBM.



Obrázek 14 – Anténa pro XR480

Na realizaci budou zapotřebí tedy 2 čtečky, 12 antén a kabely na propojení. Náhled rozvržení u přední brány nám ukazuje *obrázek č. 15*. Připojení čteček do infrastruktury IT zajistíme síťovým kabelem ethernet (kroucená dvoulinka). Čtečky mají vlastní IP adresu, přes kterou dochází ke komunikaci mezi čtečkou a uživatelským SW. Náklady na realizaci jsou vyčísleny v *tabulce č. 8*.



Obrázek 15 – Návrh rozložení antén u předního vstupu FP

Název produktu (pásmo UHF)	Cena / ks (bez DPH)	Počet	Cena (bez DPH)
XR480 RFID Reader for Europe	51.840,- Kč	2	103.680,- Kč
XR400 RFID Power supply 90-264VAC, 24 VDC, 3.0A	3.205,- Kč	2	6.410,- Kč
XR480 RFID Antenna	6.377,- Kč	12	76.524,- Kč
XR400 : RF Cable 240" , Cable Type LMR 240	995,- Kč	12	11.940,- Kč
Celkem			198.554,- Kč

Tabulka 8 – Vyčíslení nákladů na realizaci ochrany majetku proti krádežím

3.3.2 Sledování pohybu majetku v prostorách školy

Tato část projektu má za cíl sledování majetku v prostorách školy. Na uživatelském SW by jsme mohli podle aktuálních informací zjistit, kam se který objekt přenášel a kde by měl v danou chvíli být. Hlavní výhodou tohoto projektu je rychlá a přesná lokalizace objektů v prostorách fakulty. Tento systém je založen na stejném způsobu, jako předešlá ochrana proti krádežím. RFID čtečky by se musely rozmístit v prostorách fakulty, nejlépe vždy u vstupů do místností, případně jen na některá strategická místa (např. vstup do počítačových laboratoří a jednotlivých ústavů). Nevýhodou tohoto systému jsou velké pořizovací náklady, protože čtecích zařízení by muselo být použito velké množství, stejně jako antén. Odhadované náklady při použití 10-ti čteček převyšují hranici 1 miliónu korun. Z tohoto důvodu je zbytečné zatím takový systém realizovat, jelikož jeho přínosy nejsou takové, aby pokryly náklady.

4 Přínos návrhu řešení

Přínosy návrhů jednotlivých částí projektu jsou nastíněny v předešlých kapitolách, avšak si je zde dovolím pro větší přehlednost ještě zopakovat a více konkretizovat.

I. Část projektu – implementace RFID na evidenci majetku

Hlavním přínosem evidence pomocí RFID tagů je zvýšení rychlosti samotné inventarizace. Při doporučených technologiích (pásmu UHF, HW, tagů EPC Gen2 a jejich velikosti) snímání tagů probíhá na vzdálenost cca 1 metru. Díky správnému polepení majetku může inventura probíhat až o 30% rychleji, než při snímání čárových kódů. Zrychlení procesu inventury vede ke snížení nákladů na zaměstnance. Další výhodou je přesné zobrazování informací o majetku. Do tagů mohou být ukládány informace o tom, kam byl objekt původně určen a např. jeho následné přemístění.

II. Část projektu – sledování pohybu evidovaného majetku v areálu

a) Ochrana proti krádežím

Tento systém by měl zamezit odcizení evidovaného majetku. Jak jsme si ale již uvedli, má tento návrh spíše víc nevýhod, než přínosů. Především vyšší pořizovací náklady a nedokonalá kontrola, protože technologie RFID není na tento druh kontrol stavěná.

b) Sledování pohybu majetku v prostorách školy

Sledováním pohybu evidovaného majetku můžeme rychle a podle množství a rozvržení čtecích zařízení přesně dohledat, kde se který objekt nachází a kam se přenáší. Nevýhodou jsou vysoké náklady na realizaci.

5 Závěr

Cílem mojí bakalářské práce byla implementace moderní technologie RFID na evidenci majetku na FP VUT v Brně, jako náhrada za současnou evidenci prostřednictvím čárových kódů. Nejprve bylo potřeba analyzovat procesy současné evidence a následně podrobná studie technologie RFID. Základem návrhu implementace je porovnání dvou uvažovaných pásem – HF a UHF. Při použití pásma HF budou náklady na realizaci menší, než při použití UHF, ale tím se snižuje i efektivnost využití této technologie. Jelikož jde o relativně novou technologii, musíme předvídat, jakým směrem se bude tato technologie ubírat. V současné době je veliký zájem o aplikaci pásma UHF, především díky větší rychlosti snímání a dosahu čtecích zařízení. Proto se také výrobci začali orientovat na toto pásmo a v následujících letech můžeme čekat velký nárůst produktů určených pro UHF. Z tohoto důvodu je lepší aplikovat RFID systém založený na pásmu UHF. Pro porovnání jsem navrhnul, jaký HW by byl pro obě pásma potřeba a jejich číselné ohodnocení na pořízení.

Dalšími cíly práce bylo využití této technologie k ochraně před odcizením a sledování pohybu evidovaného majetku. Během studia materiálů, týkajících se této technologie jsem zjistil, že RFID není na kontrolu majetku proti krádežím stavěná a bylo by zbytečné investovat peněžní prostředky na realizaci stacionárních bran. Sledování pohybu majetku by bylo zajisté výborným systémem k dohledávání aktuální pozice daného objektu, avšak kvůli nutnosti velkého počtu čtecích zařízení a nákladů na pořízení je realizace tohoto systému prozatím značně neekonomická.

Technologie RFID představuje výrazný posun ve zlepšení rychlosti, přesnosti a kvality výrobních, obchodních a logistických procesů. Aplikace této technologie na evidenci majetku je v ČR teprve na začátku, stejně jako i ostatní využití této technologie. O zavádění usiluje čím dál tím více organizací. Pokud chceme tento systém realizovat, musíme zvážit, jaké dopady to bude mít na organizaci a vyvarovat se případných chyb a zbytečných nákladů. K tomu je zapotřebí podrobné analýzy celkové problematiky, o kterou se snaží i tato práce.

6 Literatura

6.1 Externí literatura

- [1] CHAMBERLAIN, James; BLANCHARD, Corinne; BURLINGAME, Sam. *IBM WebSphere RFID Handbook: A Solution Guide*. IBM WebSphere. Dostupné na WWW: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg247147.pdf>
- [2] LAHIRI, Sandip. *RFID: A Technology Overview* [online]. 2005 [cit. 2005-09-30]. Dostupné na WWW: <http://www.phptr.com/articles/article.asp?p=413662&rl=1>
- [3] WIKIPEDIA [online]. *Radio Frequency Identification*. Dostupné na WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [4] *Zebra Technologies, Corp.*: Oficiální stránky výrobce [online]. 2007 [cit. 2007-05-02]. Dostupné na WWW: <http://www.zebra.com/>
- [5] *Alien Technology, Corp.*: Oficiální stránky výrobce [online]. 2005-2007 [cit. 2007-05-11]. Dostupné na WWW: <http://www.alientechnology.com/>
- [6] *Symbol Technologies, Inc.*: Oficiální stránky výrobce [online]. 1994-2007 [cit. 2007-05-07]. Dostupné na WWW: <http://www.symbol.com/>
- [7] *Unitech, Corp.*: Oficiální stránky výrobce [online]. 2007 [cit. 2007-05-07]. Dostupné na WWW: <http://www.ute.com/>
- [8] *Intermec Technologies, Corp.*: Oficiální stránky výrobce [online]. 2007 [cit. 2007-05-07]. Dostupné na WWW: <http://www.intermec.com/>

6.2 Interní literatura VUT v Brně

- [9] MARUŠINEC, Jaromír; SMEJKAL, Milan. *Technologie označování majetku čárovým kódem a RFID čipy*. VUT v Brně. 2006 [cit. 2006-05-04].
- [10] MARUŠINEC, Jaromír; SMEJKAL, Milan. *Požadavky na označování štítky s čárovým kódem a čipem RFID*. VUT v Brně. 2006 [cit. 2006-05-04].
- [11] MARUŠINEC, Jaromír; SMEJKAL, Milan. *Metodika lepení štítků při pilotním projektu pro majetek zařazený do evidence*. VUT v Brně. 2006 [cit. 2004-06-07].
- [12] KOTEK, Vladimír. *Směrnice kvestora č. 43/2003 – Dlouhodobý hmotný a nehmotný majetek na VUT v Brně*. VUT v Brně. 2006 [cit. 2006-10-27].
- [13] KOTEK, Vladimír. *Metodický list č. 2/2006 – Plán fyzické inventarizace majetku VUT v Brně pro rok 2006*. VUT v Brně. 2006 [cit. 2006-10-27].
- [14] *Historie VUT v Brně*. 2006. Dostupné na WWW:
<http://www.vutbr.cz/index.php?page=vut&wapp=portal&parent=1&tail=1&lang=0>

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1 – Základní princip RFID systémů.....</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 2 – Vyobrazení elektromagnetické vlny.....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 3 – Interakce jednotlivých RF se vzorovými materiály.....</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 4 – Příklady různých tagů od společnosti</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 5 – Příklad aktivního tagu</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 6 – Porovnání velikosti pasivního tagu s americkým.....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 7 – Současně používaná etiketa čárových kódů</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 8 – Tag Squiggle od firmy Alien Technology.....</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 9 – Tiskárna Zebra R2844-Z.....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 10 – Terminál Unitech PA962.....</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 11 – Tiskárna Zebra R4M+.....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 12 – Mobilní terminál Intermec IP4.....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 13 – RFID čtečka XR480.....</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 14 – Anténa pro XR480.....</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 15 – Návrh rozložení antén u předního vstupu FP.....</i>	<i>35</i>

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1 – Mezinárodní regulace frekvencí RFID</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 2 – Rozdělení tagů do jednotlivých tříd.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 3 – Technické specifikace tagu Squiggle.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabulka 4 – Výhody a nevýhody frekvenčních pásem HF a UHF</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka 5 – Náklady na pořízení HW při aplikaci pásma HF.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 6 – Náklady na pořízení HW při aplikaci pásma UHF.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 7 – Ostatní náklady.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabulka 8 – Vyčíslení nákladů na realizaci ochrany majetku proti krádežím</i>	<i>35</i>

Seznam schémat

<i>Schéma 1 – Struktura 96 bitového EPC kódu.....</i>	<i>20</i>
<i>Schéma 2 – Návrh náhrady HW evidence čárových kódů technologií RFID.....</i>	<i>30</i>